

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 21.05.2026 17:24:06  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»**

**Инженерная академия**

(наименование основного учебного подразделения (ОУП) – разработчика ОП ВО)

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:**

### **28.03.02 НАНОИНЖЕНЕРИЯ**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):**

### **НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Квантовая электроника» входит в программу бакалавриата «Нанотехнологии и наноматериалы в приборостроении» по направлению 28.03.02 «Наноинженерия» и изучается в 3, 4 семестрах 2 курса. Дисциплину реализует Базовая кафедра «Нанотехнологии и микросистемная техника». Дисциплина состоит из 4 разделов и 9 тем и направлена на изучение квантово-механических основ взаимодействия электромагнитного излучения с веществом, законов теплового и нетеплового излучения, принципов инверсной населённости, устройства и классификации лазеров (твердотельных, полупроводниковых, газовых, жидкостных и др.), режимов их работы (непрерывный, импульсный, модуляция добротности, синхронизация мод), а также основ нелинейной оптики.

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов фундаментальных знаний о процессах генерации, усиления и преобразования когерентного оптического излучения, освоение принципов построения различных типов лазеров и их систем накачки, а также приобретение навыков расчёта параметров лазерного излучения и анализа нелинейно-оптических эффектов.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Квантовая электроника» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

| Шифр  | Компетенция   | Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)   |
|-------|---|--|
| ОПК-4 | Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности | ОПК-4.1 Знает современные информационные технологии и программные средства, предназначенные для решения задач в области наноинженерии;<br>ОПК-4.2 Умеет использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности;<br>ОПК-4.3 Владеет современными программными средствами моделирования свойств нанообъектов; |
| ОПК-7 | Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии                       | ОПК-7.1 Знает методологию проектирования производства технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии;<br>ОПК-7.2 Умеет сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии;<br>ОПК-7.3 Владеет методами проектирования производства технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии;   |
| ПК-5  | Способен разрабатывать первичный вариант описания микроэлектромеханической системы на уровне принципиальной схемы                         | ПК-5.1 Знает современное программное обеспечение для разработки описания микроэлектромеханической системы на уровне принципиальной схемы;<br>ПК-5.2 Владеет навыками разработки первичного варианта принципиальной схемы микроэлектромеханической системы;   |

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Квантовая электроника» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Квантовая электроника».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

| Шифр  | Наименование компетенции  | Предшествующие дисциплины/модули, практики* | Последующие дисциплины/модули, практики*   |
|-------|---|---|--|
| ОПК-4 | Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности | Цифровая грамотность;                       | Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы);<br>Технологическая практика;<br>Преддипломная практика;<br>Научно-исследовательская работа;<br>Моделирование полупроводниковых наноструктур для информационных систем;  |
| ОПК-7 | Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии                       |   | Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы);<br>Технологическая практика;<br>Преддипломная практика;<br>Технологическая практика (учебная);<br>Научно-исследовательская работа;<br>Основы проектирования лазеров;<br>Оптика и физика лазеров;<br>Функциональные наноматериалы; |
| ПК-5  | Способен разрабатывать первичный вариант описания микроэлектромеханической системы на уровне принципиальной схемы                         |   | Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы);<br>Технологическая практика;<br>Преддипломная практика;<br>Моделирование полупроводниковых наноструктур для информационных систем;<br>Прикладная оптика и оптические измерения;   |

\* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

\*\* - элективные дисциплины /практики

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Квантовая электроника» составляет «8» зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

| Вид учебной работы                        | ВСЕГО, ак.ч. |     | Семестр(-ы) | Семестр(-ы) |
|---|--------------|-----|-------------|-------------|
|   |              |     | 3           | 4           |
| Контактная работа, ак.ч                   | 104          |     | 36          | 68          |
| Лекции (ЛК)                               | 52           |     | 18          | 34          |
| Лабораторные работы (ЛР)                  | 17           |     | 0           | 17          |
| Практические/семинарские занятия (СЗ)     | 35           |     | 18          | 17          |
| Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч. | 139          |     | 63          | 76          |
| Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч. | 45           |     | 9           | 36          |
| Общая трудоемкость дисциплины ак.ч.       | ак.ч.        | 288 | 108         | 180         |
|   | зач.ед.      | 8   | 3           | 5           |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы\*

| Номер раздела | Наименование раздела дисциплины         | Наименование темы |  | Содержание темы  | Вид учебной работы* |
|---------------|---|-------------------|--|--|---------------------|
| Раздел 1      | Законы излучения абсолютно черного тела | 1.1               | Абсолютно чёрное тело  | Понятие абсолютно черного тела. Спектр излучения абсолютно черного тела. Закон Стефана – Больцмана. Закон Рэлея – Джинса. Первый и второй закон излучения Вина. Закон смещения Вина. Закон Планка.   | ЛК, СЗ              |
| Раздел 2      | Волновые свойства вещества              | 2.1               | Спектральные линии   | Спектры водорода. Форма Ридберга. Модель атома Бора. Постулаты Бора. Вывод постоянной Ридберга через модель Бора. Применимость модели атома Бора. Преимущества и недостатки  | ЛК, ЛР, СЗ          |
|               |   | 2.2               | Гипотеза Луи де Бройля   | Гипотеза Луи де Бройля. Понятие волновой функции. Принцип неопределенности Гейзенберга. Уравнение Шредингера. Решение стационарного уравнения Шредингера для электрона в одномерной потенциальной яме с бесконечными стенками. Причины квантовой энергии. Решение стационарного уравнения Шредингера для электрона в атоме водорода. Квантовые числа. Интерпретация квантовых чисел для электронов в атоме.                                    | ЛК, ЛР, СЗ          |
| Раздел 3      | Нетепловое излучение                    | 3.1               | Взаимодействие света и вещества  | Виды и природа нетеплового излучения. Люминесценция. Стоксов сдвиг. Спонтанное и вынужденное излучение. Условия для вынужденного излучения. Инверсная населенность.  | ЛК, СЗ              |
| Раздел 4      | Лазерные технологии                     | 4.1               | Виды энергетических конфигураций для достижения инверсной населенности | Двухуровневая энергетическая конфигурация. Трехуровневая энергетическая конфигурация. Рубиновый лазер. Четырехуровневая энергетическая конфигурация. Неодимовый лазер.   | ЛК, СЗ              |
|               |   | 4.2               | Устройство лазера  | Понятие лазера. Понятие активного вещества. Понятие оптического резонатора. Виды оптических резонаторов для лазера. Моды оптического резонатора. Система накачки активного вещества.   | ЛК, СЗ              |
|               |   | 4.3               | Классификация лазеров по активному веществу                            | Общая классификация лазеров по активному веществу. Виды накачки для лазеров различных типов. Твердотельные лазеры. Волоконные лазеры. Полупроводниковые лазеры. Газовые лазеры. Молекулярные и эксимерные лазеры. Лазеры на парах металлов. Химические лазеры. Жидкостные лазеры. Лазеры на свободных электронах.  | ЛК                  |
|               |   | 4.4               | Режимы работы лазеров  | Непрерывный режим работы лазера. Импульсный режим работы лазера. Квазинепрерывный режим работы лазера. Режим с модуляцией добротности оптического резонатора. Понятие добротности осциллирующей системы. Пассивные модуляторы добротности. Механический модулятор добротности. Электрооптический эффект. Ячейка Поккельса и ячейка Керра. Акустооптический эффект. Акустооптический модулятор добротности. Режим синхронизации продольных мод. | ЛК, ЛР, СЗ          |
|               |   | 4.5               | Основы нелинейной оптики   | Основные понятия нелинейной оптики. Нелинейная поляризуемость среды. Самофокусировка и дефокусировка. Филаментация лазерного излучения. Нелинейные оптические среды. Оптическое детектирование. Генерация четных гармоник лазерного излучения. Многофотонные процессы при взаимодействии лазерного излучения с веществом.  | ЛК, ЛР, СЗ          |

\* - заполняется только по ОЧНОЙ форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Тип аудитории              | Оснащение аудитории   | Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости) |
|----------------------------|---|--|
| Лекционная                 | Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.   | Нет  |
| Лаборатория                | Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.  | Нет  |
| Семинарская                | Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций. | Нет  |
| Для самостоятельной работы | Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.                                  | Нет  |

\* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература:

1. Савельев И. В. Курс физики. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – 308 с. – 2024
2. Киселев Г. Л. Квантовая и оптическая электроника. Издательство: Лань, 2022 г

### Дополнительная литература:

1. Борейшо А. С., Ивакин С. В. Лазеры: устройство и действие. – издательство: Лань, 2022 г.
2. Звелто, Орацио. Принципы лазеров. Мир, 1990.

### Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>
- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>
- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>
- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>
- поисковая система Google <https://www.google.ru/>
- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevier.com/locate/scopus/>

### Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля\*:

1. Курс лекций по дисциплине «Квантовая электроника».

\* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

**РАЗРАБОТЧИКИ**

Доцент

---

Должность

Ассистент

---

Должность

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП**

Заведующий кафедрой

---

Должность

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО**

Доцент

---

Должность

Гостева Е.А.

---

Фамилия И.О

Митягин Д.О.

---

Фамилия И.О

Попов С.В.

---

Фамилия И.О

Макеев М.О.

---

Фамилия И.О